NOTE PRÉLIMINAIRE SUR LA CONDENSATION NOCTURNE DE LA VAPEUR D'EAU ATMOSPHÉRIQUE ET L'HUMIDITÉ DU SOL DANS LES DUNES NORMANDES.

Par J.-M. TURMEL.

Depuis fort longtemps de nombreux auteurs se sont occupés de la formation et de l'intensité de la rosée.

Deux travaux importants résument en partie la question : ce sont ceux de L. CHAPTAL en 1928 et de H. MASSON en 1948 auxquels je renvoie pour l'historique détaillé.

Divers appareils ont été préconisés pour recueillir la rosée mais comme « les drosomètres ne jouent pas un simple rôle passif dans la mesure de la rosée, mais créent celle-ci avec une intensité variant selon la nature des plaques réceptrices » (BERNARD, 1945, p. 123) il est très difficile de confronter tous ces résultats. Il semble cependant que les valeurs annuelles de 7-9 mm de rosée dans le bassin méditerranéen occidental et en Europe soient les plus vraisemblables. Certains auteurs signalent cependant des totaux annuels de l'ordre de 30 à 40 mm. Dans les régions tropicales les résultats sont plus contradictoires ; certains auteurs (BAEYENS, PECHUEL-LÖSCHE, GUSINDE) enregistrent des rosées pour une seule nuit de l'ordre de 3 mm alors que d'autres donnent pour maximum 0,5 (VISSER, SUCKSTORFF, MASSON). J. BAEYENS signale à Kisantu 187 mm de rosée en 1935 en 243 nuits. Les rosées supérieures à 1,5 mm ne se sont produites que 8 fois dans l'année.

H. MASSON donne la rosée journalière pendant la saison sèche en 1945 pour Dakar, Macina et M'Bambey ; il montre combien la proximité de la mer a d'importance.

Au Sahara, B. G. CVJANOVICH à Béni-Abbès a montré que « la condensation peut donner 40-45 cm^3 par jour et par mètre carré à la base d'une dune et 8-15 cm^3 au sommet ».

C'est récemment que des études très poussées sur la rosée furent entreprises par les Israeliens (N. SHALEM) qui ont pu alors en établir la carte. Pour l'ensemble du pays on a (entre 1945 et 1948) une moyenne générale annuelle de 19,7 mm et 161 jours de rosée. Le minimum annuel est de 3,3 mm et 104 jours pour la vallée de Jericho le maximum se localisant dans la bande littorale dans le Saron (33,9 mm et 236 jours annuellement). En tenant compte de ces données les Israeliens ont réussi à étendre des cul-

tures en certaines contrées réputées désertiques sans avoir besoin d'un apport massif d'eau d'irrigation.

Recherches personnelles. — Les recherches exposées ici sont faites dans des dunes de l'Ouest du Cotentin, dans la commune d'Agon (Manche) ; deux emplacements furent choisis : une pelouse horizontale haute et une pente sèche exposée au Sud, la nappe phréatique se trouvant dans les deux cas vers 8-9 m. Les deux tapis végétaux diffèrent surtout par la présence de *Tortula ruralis* dans la pente Sud et d'*Hypnum cupressiforme* sur la pelouse horizontale. D'autre part le tapis végétal est ouvert (50 % de recouvrement) dans les pentes Sud qui sont le plus souvent en marches d'escalier alors que la pelouse horizontale est un tapis herbacé fermé où l'on rencontre : *Phleum arenarium*, *Vulpia longiseta*, *Thymus serpyllum*, *Festuca dumetorum*, *Galium verum* var. *maritimum*, *Sedum acre*, *Lotus corniculatus*, *Hieracium pilosella*, *Hypochaeris radicata*, *Medicago lupulina*, *Cladonia furcata*...

La technique que j'ai employée pour l'étude de la rosée dans les dunes normandes se rapproche beaucoup de celle utilisée par les Israéliens : des plaques horizontales de surface connue (250 cm^2) sur lesquelles on évalue par pesée la rosée déposée. Pour connaître les variations que la nature des plaques peut apporter, j'ai, pour chaque station, mis en batterie six plaques différentes : trois peintes en blanc laqué et trois en noir mat, chacune de ces deux séries étant composée d'une plaque de bois, d'ardoise et de tôle. Cette diversité devait permettre de tenir compte des remarques faites par les auteurs précédents quant à l'influence du pouvoir émissif des divers drosomètres.

Des appareils donnant la température et l'humidité de l'air, la température du sol vers 2 cm, la force du vent, l'évaporation et la lumière diffusée par la voute céleste (cellule à l'abri du rayonnement direct du soleil), étaient toujours disposés dans les stations étudiées.

Une première série d'observations fut faite dans la nuit du 29 mars 1959 au niveau du sol et à un mètre de haut, sur la pelouse horizontale.

Au point de vue de la climatologie de cette nuit, la température de l'air était restée stationnaire aux environs de 5° jusqu'à 7 h. et était de 8,8° à 8 h. ; l'humidité avait été sensiblement constante de 3 h. à 7 h. autour de 90-95 % et avait baissé brutalement au lever du jour vers 7 h. ; la température du sol de 5° était montée à 7° à 8 h. ; le vent à 1 m du sol avait beaucoup varié d'intensité : il était de 1 m/s à 3 h. ; de 2 m/s à 4 h. ; à nouveau de 1 m/s à 4 h. ; à nouveau de 1 m/s à 5 h. ; à 6 h. et 6 h. 30 de 3 m/s ; à 7 h.

de 1 m/s et à 8 h. de 6 m/s. L'évaporation à 50 cm du sol mesurée à l'évaporomètre Piche a été de 2 unités c'est-à-dire de 0,4 mm pendant toute la durée de l'expérience.

Pendant cette nuit la rosée s'est déposée immédiatement dès 3 h. du matin sur toutes les plaques aussi bien hautes que au niveau du sol. A 4 h. si toutes les plaques inférieures étaient couvertes de goutelettes il n'y avait plus rien à un mètre du sol ; à 5 h. on retrouvait une légère humidification sur les plaques supérieures et d'assez grosses goutelettes de rosée sur les plaques posées à même le sol. A 6 h. les plaques supérieures étaient sèches à nouveau seules les inférieures étaient recouvertes de rosée. A 7 h. le soleil étant apparu au dessus de l'horizon depuis vingt minutes environ, le vent étant tombé presque complètement, on trouvait une légère pruine sur les plaques supérieures en bois, de très légères traces sur l'ardoise et rien sur les plaques de tôle ; au sol tout était largement recouvert de rosée. A 7 h. 30 le vent étant alors de 6 m/s on notait 0,210 gr sur la plaque de bois blanc à un mètre du sol ; toutes les autres plaques supérieures étant sèches. Sur les plaques inférieures les quantités recueillies variaient de 1,100 gr à 1,700 gr suivant leur nature ; ce qui correspond si l'on prend la valeur maximum à une épaisseur de 0,07 mm ; on est en présence d'une rosée moyenne.

Ces résultats montrent d'abord l'influence considérable de l'évaporation due au vent à un mètre de haut, évaporation nocturne qui masque complètement le dépôt de rosée au cours de la nuit. D'autre part au lever du jour les plaques absorbant différemment les radiations solaires, il en résulte un échauffement différent, ce qui conditionne une évaporation plus ou moins rapide ; c'est ainsi que l'eau s'évapore plus tôt et plus rapidement sur les plaques noires que les blanches de même nature et plus rapidement sur la tôle dont la masse en eau est plus importante, que sur l'ardoise et le bois.

Les poids d'eau recueillis sont réunis dans le tableau ci-dessous :

	Bois		Ardoise		Tôle		
	gr/250 cm²	mm.	gr/250 cm²	mm.	gr/250 cm²	mm.	
Noir	—	—	1,260	0,05	1,100	0,04	Plaques basses
Blanc	1,750	0,07	1,290	0,05	1,170	0,047	
Noir	0	0	0	0	0	0	Plaques hautes
Blanc	0,210	0,01	0	0	0	0	

Le 4 avril 1959, deux séries de mesures échelonnées tout au long de la nuit ont permis de voir à quelle heure la rosée se déposait et à quelle vitesse. Ces mesures furent faites l'une au même endroit que pour l'expérience du 29 mars c'est-à-dire une pelouse horizontale haute l'autre sur une pente chaude bien exposée au sud.

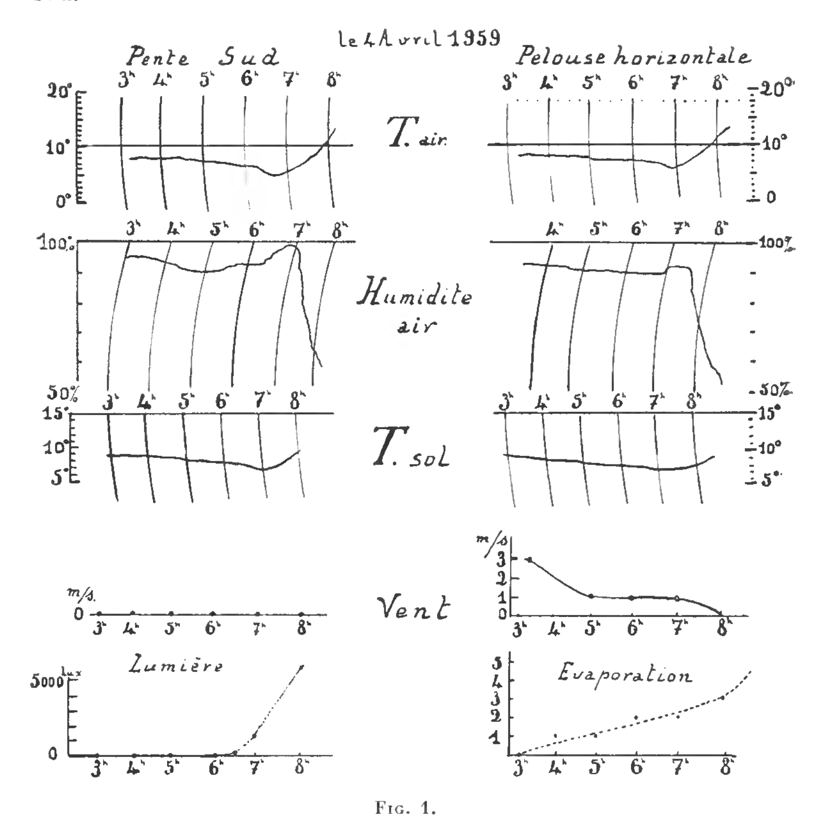


Fig. 1.

Dans la figure n° 1 sont consignées toutes les caractéristiques microclimatologiques que j'ai pu enregistrer pour ces deux stations au cours de l'expérience. Les deux dernières figures, qui correspondent chacune à une station, indiquent la marche du phénomène de condensation de l'eau sur les plaques différentes mises en place pour chaque station ; pour toutes les plaques ont été établis le graphique de dépôt horaire et le graphique cumulatif.

L'examen des courbes cumulatives montre que la rosée se dépose

d'une manière très régulière sur toutes les plaques des deux stations dès 2 h. 30 et que l'allure du phénomène n'est modifiée que vers 6 ou 7 heures par l'évaporation. Ces courbes s'identifient assez facilement à des droites comme le faisait déjà remarquer H. MASSON à Dakar ; l'on peut remarquer qu'elles ont très sensiblement la même pente ; ce qui indique quc dans les conditions de cette expérience, la nature de ces plaques ne joue pas ou très peu. On peut seulement remarquer que le dépôt est légèrement

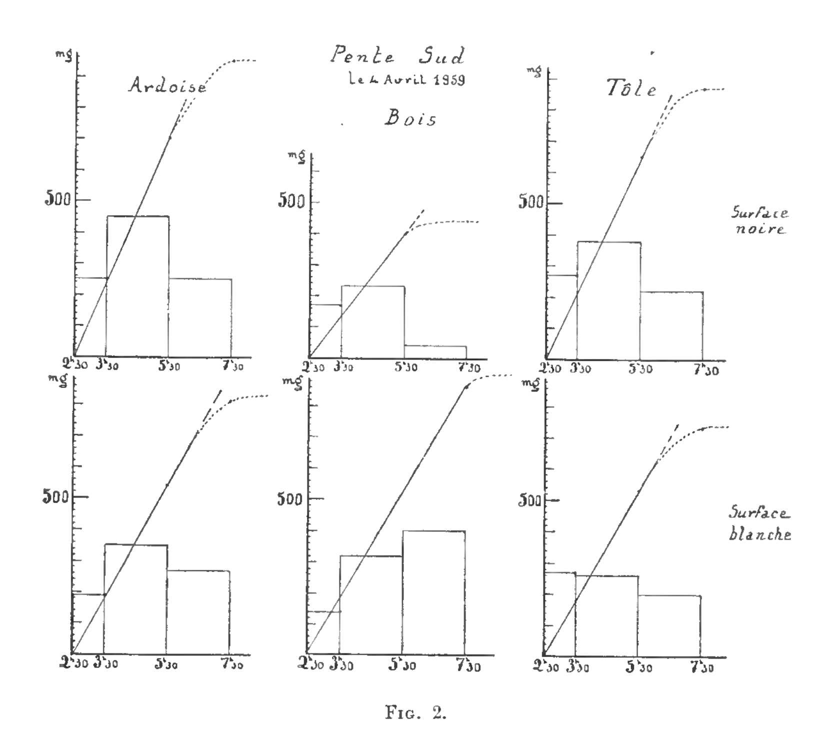


FIG. 2.

plus abondant, en moyenne, sur la pente sud que sur la pelouse horizontale. Vcrs le lever du jour l'évaporation se manifeste d'une manière très visible surtout sur les plaques de tôle. Le résultat très aberrant à 7 h. 30 pour la plaque de bois noir exposée sur la pente Sud, est dû à un phénomène local : probablement unc mauvaise disposition de la plaque pas parfaitement horizontale. Mais les deux premiers points de cette courbe confirment les résultats acquis par les autres plaques. La courbe cumulative correspondant au dépôt de rosée sur la plaque d'ardoise noire placée dans la pelouse horizontale ne peut être tracée car, il manquc la valeur

de la rosée déposée avant 4 h. ; mais là encore les trois derniers points montrent une même vitesse de dépôt.

Le poids total de rosée de cette nuit du 4 avril est nettement moins important que celui constaté dans la nuit du 29 mars. Il faut invoquer le manque d'apport d'air humide le vent étant presque nul pendant toute la durée de l'expérience alors qu'il était aux environs de 3 à 6 m/sec. (H. Masson) la première nuit et venait du SW. On peut incriminer aussi une évaporation plus forte (0,6 mm au lieu de 0,4 mm à 50 cm du sol) et une température un peu plus haute (8°) pendant tout le cours de la nuit.

Dans le tableau suivant sont rassemblées les valeurs de la rosée pour les deux stations et les différentes plaques.

	Bois		Ardoise		Tôle		
	gr/250 cm²	mm.	gr/250 cm²	mm.	gr/250 cm²	mm.	
Noir	0,440	0,017	0,950	0,038	0,870	0,035	Pente Sud
Blanc	0,960	0,038	0,790	0,032	0,730	0,029	Pente Sud
Noir	0,630	0,025	—	—	0,760	0,030	Pelouse horizontale
Blanc	0,810	0,032	0,690	0,028	0,710	0,028	Pelouse horizontale

L'humidité du sol mesurée au cours de cette nuit montre un enrichissement en eau du sol par la surface et après le lever du jour un rapide assèchement ainsi que l'indique le tableau ci-contre :

Pourcentages en poids de l'eau du sol

	Pente Sud			Pelouse horizontale				
	3 h.	5 h.	7 h. 30	5 h.	6 h.	7 h.	10 h.	
1 cm.	6,6	11,5	5,0	7,4	15,8	26,5	10,0	1 cm.
2 cm.	3,8	6,0	6,1	5,6	7,2	9,6	7,0	2 cm.

Conclusion. — Une première question à se poser est de savoir si on est bien là en présence de ce que L. Chaptal appelle de la rosée ? En effet il faut remarquer que au cours de ces deux nuits d'étude jamais l'air n'a atteint son point de saturation dans sa masse. On peut cependant considérer ces dépôts comme de la rosée car comme Angot l'a fait remarquer il suffit qu'il y ait

abaissement très local de la température de l'air au contact des corps qui rayonnent la nuit pour que la rosée se produise « La mince couche d'air qui baigne le corps rayonnant se refroidit à son contact arrive à saturation et dépose sur le corps, en goutelettes liquides une partie de la vapeur d'eau qu'elle contenait ». (Angot, 1928, p. 220). Mais ici je n'ai pu mettre en évidence les influences des pouvoirs radiants très différents des six plaques mises en place pour chaque expérience. En effet certaines plaques

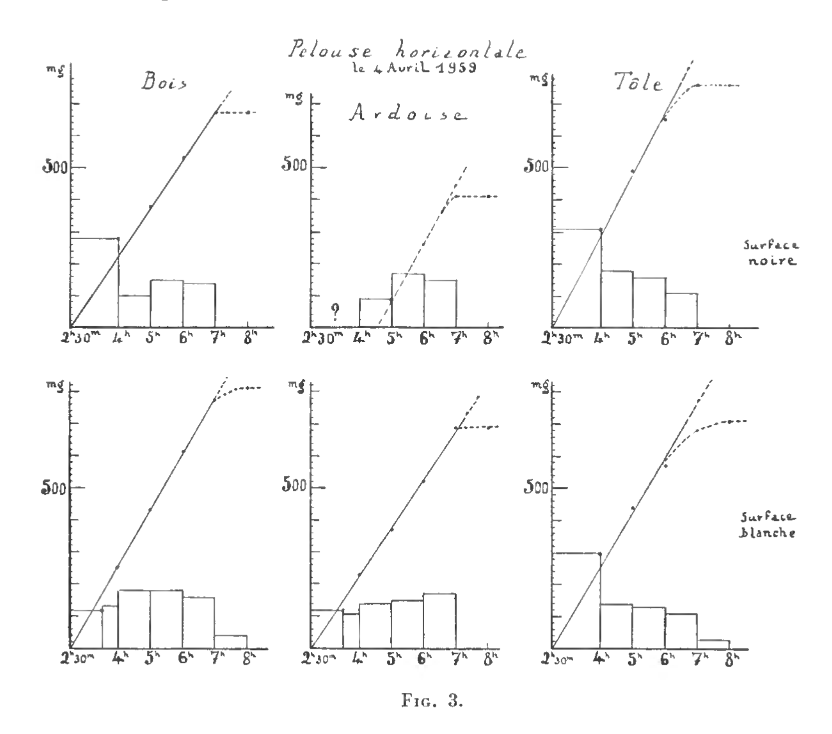


Fig. 3.

noires mises dans les mêmes conditions que des plaques blanches et de même nature ont reçu moins de condensation alors que l'on était en droit à s'attendre à l'inverse.

Un deuxième point que ces expériences permettent de confirmer c'est la valeur moyenne de la rosée ; en effet le chiffre de 0,07 mm enregistré pour la nuit du 29 mars correspond parfaitement aux valeurs connues pour d'autres régions de France et en particulier à Montpellier.

Mais d'autres problèmes se posent ! D'où provient cette eau de condensation et que devient-elle ?

La comparaison entre les deux expériences de la nuit du 29 mars

et du 4 avril semblent indiquer que certainement dans les dunes du Cotentin l'apport d'air doux humide venant du Sud-ouest est loin d'être négligeable. Mais il est très vraisemblable que la vapeur d'eau qui se condense provient aussi de la station même où se fait la rosée : évaporation du sol et transpiration des plantes. Des mesures ultérieures vont permettre de préciser la part des deux phénomènes.

Le devenir de cette eau est assez complexe : tout d'abord il y a évaporation d'une partie, d'autant plus importante que la rosée se fait sur des surfaces plus éloignées du sol (feuilles d'arbres) ; d'autre part il y a une petite absorption de cette eau par les organes aériens des végétaux (Went, Masson) ; enfin une dernière part imbibe les couches superficielles du sol où les racines des plantes la puisent pendant un laps de temps très court car après le lever du jour il y a à nouveau évaporation du sol au profit de l'air ambiant.

Je conclurai donc provisoirement en disant que la rosée semble se déposer dans les dunes maritimes normandes d'une manière très régulière au cours des nuits quand les conditions microclimatologiques le permettent ; qu'il n'y a pas de maximum de dépôt à une heure précise si les conditions de température et d'humidité de l'air restent stables pendant tout le cours de la nuit ; que dès le lever du jour l'évaporation perturbe ou masque presque entièrement le phénomène ; que l'influence des vents marins doux et faibles favorise considérablement la rosée par renouvellement régulier des couches d'air au voisinage du sol ; enfin que le sol s'enrichit, du moins superficiellement, en eau au cours des nuits ce qui donne aux plantes un apport d'eau non négligeable surtout en période sèche.

BIBLIOGRAPHIE

L. Chaptal. — La condensation nocturne de la vapeur d'eau atmosphérique et l'humidité du sol. *Congrès de l'eau*, Alger, 1928, rapport nº 25.

A. Angot. — Traité élémentaire de Météorologie, Paris, 1928.

S. W. Visser. — Dauwmetingen te Batavia. *Nat. Tydschr. Ned. Ind.*, **88**, 1929, pp. 29-251.

J. Baeyens. — Les sols de l'Afrique centrale, spécialement du Congo belge. T. I Le Bas Congo. *I.N.E.A.C.*, hors série, 1938, Gembloux.

Gusinde M. et Lauscher F. —. Meteorologische Beobachtungen im Kongo-Urvald. *Sitzungsber Akad. d. Wissenschaften Vien, Math. naturwiss. Klasse*, Abt. II a, B. 150, Heft 9-10 pp. 281-347, 1941.

Suckstorff G. A. — Die Ergebnisse der Untersuchungen an tropischen Gewittern und einige anderen tropisehen Wetterscheinungen (Dozenten Afrikareisc, 1938). *Gerl. Beitr. zur Geophysik.*, Bd. 55, Heft 1, pp. 138-158 Leipzig 1939.

Bernard E. — Le climat écologique de la cuvette centrale congolaise. *I.N.E.A.C.*, Bruxelles 1945.

Masson H. — Condensation atmosphérique non enregistrable au pluviomètre. L'eau de condensation et la végétation. *Bull. I.F.A.N.*, Dakar, 1948, t. X, pp. 1-181.

Shalem N. — La rosée en Palestine. La météorologie. Paris 1950 pp. 182-186.

Cvijanovich B. G. — Sur le rôle des dunes en relation avec le système hydrologique de la nappe souterraine du Grand-Erg. *Trav. Inst. Rech. Sahariennes*, IX, 1953, pp. 131-136.

Boyko H. — Climatic, ecoclimatique and Hydrologieal influences on vegetation. U.N.E.S.C.O. *Becherches sur la zône aride*, Éeologie végétale, Actes du colloque de Montpellier 1945, pp. 42-45.